

# 客运专线铁路精密网 工程测量技术及应用



## 相关项目经验

q 京津城际轨道交通工程  
115km精密测量含（CPI、  
CPII、CPIII）

q 哈大客运专线沈大段CPI、  
CPII精密测量

q 京石及石武客运专线CPI、  
CPII精密测量

q 石太、太中银、长吉等有砟  
铁路精密测量



# 汇报提纲

- 一、京津城际精密测量
- 二、哈大客运专线CPI、CPII平面测量
- 三、使用CPI、CPII注意事项
- 四、CPIII（轨道设标网）测量
- 五、高程测量





# 一、京津城际精密测量



## 研究参考的规范和要求

- 1 《铺设Ⅱ型板式无碴轨道对基础测量的技术要求》，由博格公司提供
- 2 《精密工程测量规范》 GB/T 15314-94
- 3 《国家一、二等水准测量规范》 GB12897-2006
- 4 《城市测量规范》 CJJ 8-99
- 5 《全球定位系统 (GPS) 测量规范》 GBT/18314-2001



# 铺设II型板式无碴轨道对基础测量的技术要求

## 控制网级别

## 精度要求

基础网 (CPI)

每1000米, 水平位置10毫米, 高程2毫米;

线路导线  
(CPII)

约每250米, 水平位置5毫米, 高程1毫米;

建筑物特殊网

小于100米, 水平位置3毫米, 高程1毫米;

轨道设标网  
(CPIII)

每60米有两个点, 水平位置1毫米, 高程0.5毫米;

轨道基准网

每块板接缝处有一个点, 水平位置0.2毫米, 高程0.1毫米;





# 京津城际精密测量研究过程

京津城际建设之初，有关无砟轨道施工测量的规程规范还没有出台，铁三院结合国内测量误差理论和国外测量精度要求，对京津城际精密工程测量标准和方法进行系统研究，经过多次评审，最终形成具有可操作性的技术方案。



# 京津城际精密测量研究过程

2006年5月22日由城际公司组织召开精  
测网方案评审会

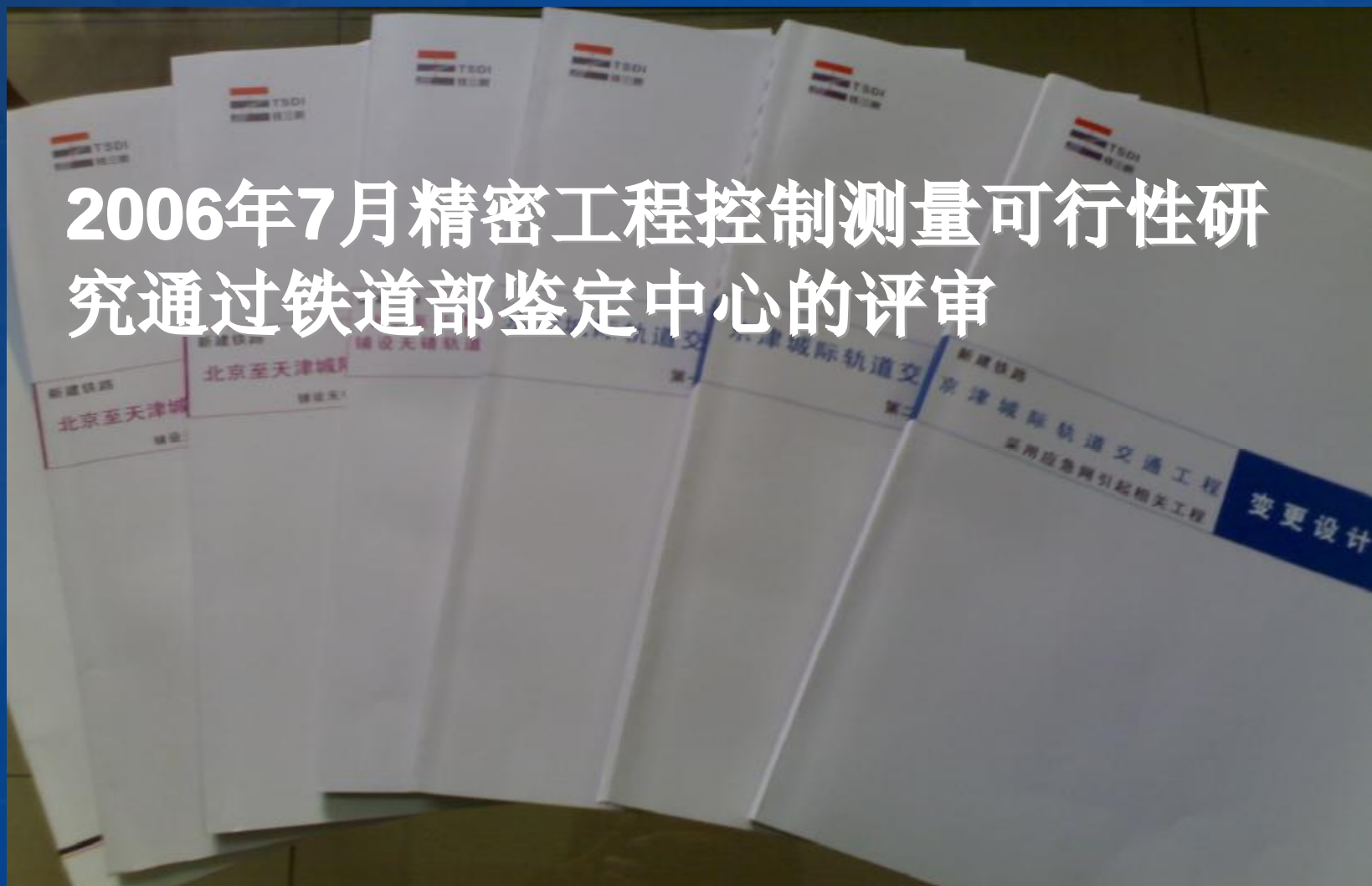




# 京津城际精密测量研究过程

## 可研和初步设计通过鉴定中心评审

2006年7月精密工程控制测量可行性研究通过铁道部鉴定中心的评审



# 京津城际精密测量研究过程

2006年9月精密工程控制测量初步设计  
通过铁道部鉴定中心的评审

京津城际铁路精密测量网初步设计审查会





# 京津城际精密测量研究过程

香港《大公报》：京津城际轨道通过评审 - Microsoft Internet Explorer

文件(F) 编辑(E) 查看(V) 收藏(A) 工具(T) 帮助(H)

地址(D) http://www.bj.chinanews.com.cn/news/2006/2006-09-27/1/12160.html

Sogou 搜狗 无碴轨道测量 搜网页 SogouRank 听音乐 看电视 搜图片 玩游戏 读新闻 拦截(O)

www.bj.chinanews.com.cn 首页 要闻 图片 财经 社会 投资

2006年10月25日 星期三

【新闻搜索】

关键字

标题 检索

【在线投稿】

我们倾听您的声音  
世界倾听我们的声音  
新闻热线：  
010-88387666  
电子邮箱：  
beijing@chinanews.com.cn

所在位置：首页 → 海外看北京

## 香港《大公报》：京津城际轨道通过评审

2006-09-27 10:35:36

引进德国轨道技术的京津城际轨道交通工程精密测量网初步设计，近日通过评审。

北京至天津的这条城际轨道交通线路长116.9公里，全线近90%均为桥梁，为了保证设计速度目标值，线路引进德国轨道技术，采用Ⅱ型板式无碴轨道，在中国尚属首次。

据介绍，无碴轨道测量精度要求高，为了保证轨道的平顺，以往传统的测量技术已满足不了工程的需要。为此，铁道部打破以往惯例，首次将京津城际轨道交通精密控制测量的技术文件作为设计文件进行鉴定评审。

去年，铁三院航测分院在中国没有可借鉴的规范标准的情况下，开始探索无碴轨道的测量精度和测试方法，建立了精密测量控制网，并有一定的技术储备。在研究过程中首先通过了京津城际公司组织的国内外专家的评审。(新华社)

【编辑：王晓辉】

■ 相关报道：

中国新闻社北京分社版权所有：利用本网站稿件，务经书面授权。

完毕 Internet



# 京津城际精密测量实施标准

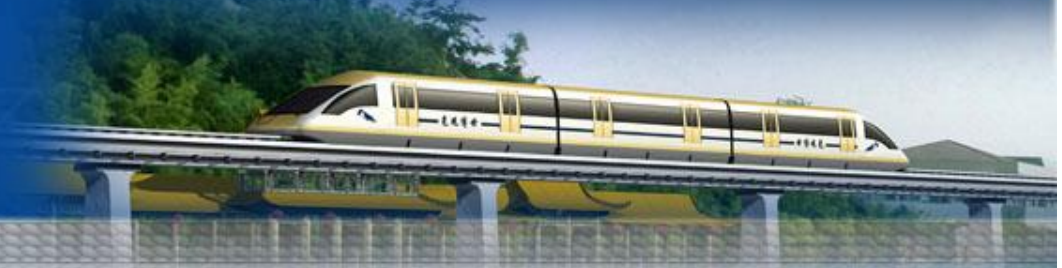
通过多次研究最终确定京津城际精测网按如下方式进行布网：

平面分级如下：

1) 基站网（**25km**左右布设一个，为勘测、施工、运营维护提供坐标基准）。

这级控制网是我院结合轨道交通以及客运专线建设中的丰富的测量经验，提出的基准框架控制网（**CP0**），逐渐得到了路内专家的认可。

并相继在京沪高速铁路、哈大客运专线、京石客运专线以及石武客运专线等项目上应用



# 京津城际精密测量实施标准

2) 加密GPS网（2km左右一对，水平位置10毫米，高程2毫米。为勘测、施工和运营维护提供坐标基准），相当于现在暂规的CPI。暂规要求不大于4km布设一对。





# 京津城际精密测量实施标准

- 3) 精密导线网 (250~350m一个, 水平位置5毫米, 为勘测和施工提供控制基准), 相当于暂规的CPII。暂规要求点间距离800~1000m。
- 4) 轨道设标网 (60m一对, 水平位置1毫米, 为无碴轨道铺设和运营维护提供控制基准), 相当于暂规的CPIII。
- 5) 轨道基准网 (6.5m一个, 水平位置0.2毫米, 为无碴轨道铺设提供控制基准)



# 京津城际精密测量实施标准

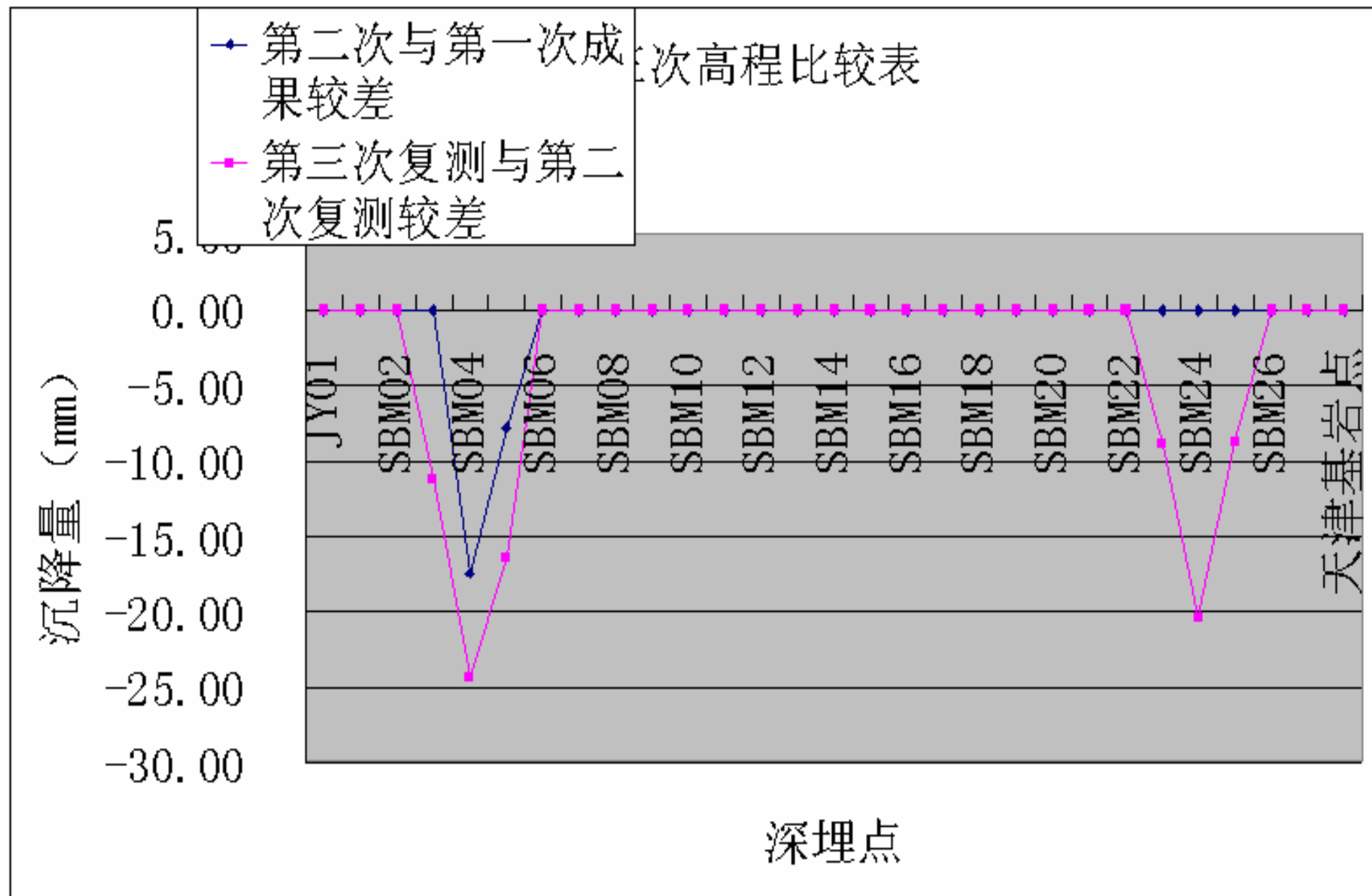
高程分级如下：

- 1) 基岩点和深埋水准点（按照一等水准进行施测，为勘测、施工、运营维护提供高程基准）

建立基岩点和深埋水准点，是我院根据多年的轨道交通施工测量经验提出的，早在02年就相继在上海地铁9号线，天津地铁1、2、3号线以及深圳地铁中进行应用，应用效果非常好，通过京津城际的实践检验，我们建立的基岩点和深埋水准点为施工提供了稳定的控制基准。为京津城际工程建设成功提供了坚实的保障。鉴于其成功应用，后续相继在京沪、哈大、京石、石武等客运专线上进行应用。



# 基岩点和深埋水准点三次复测对比





# 京津城际精密测量实施标准

- 2) 加密水准点（按照二等水准进行施测，为勘测和施工提供控制基准）
- 3) 轨道设标网点（高程0.5毫米，为勘测、施工和运营维护提供控制基准）



## 二、哈大客运专线 CPI、CPⅡ平面测量



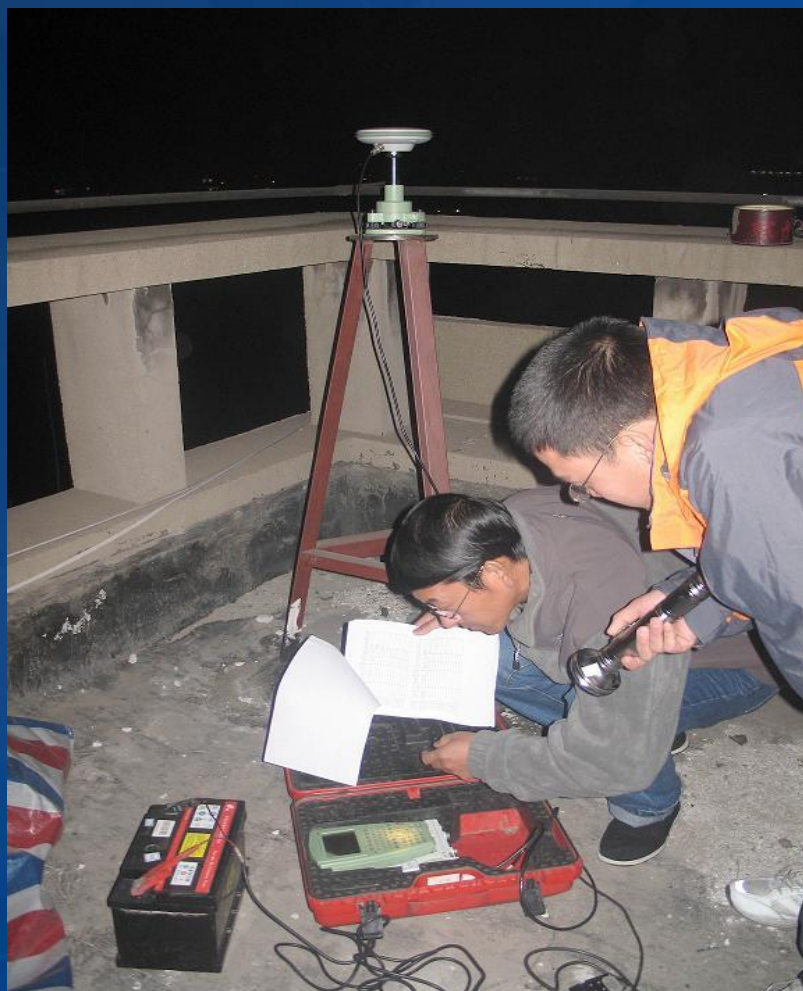
# 1、基准网点选埋及观测

坐标框架点选在建设时间5年以上稳固的高层建筑物顶上，布设强制归心标。分别为沈阳、鞍山、大石桥、瓦房店、大连，其中沈阳与铁一院共用。GPS基站网按照24小时一个时段观测2个时段的要求进行观测。同时联测北京房山、宿屋和武汉IGS跟踪站。基站网平差采用精密星历，基线解算采用Gemit软件。



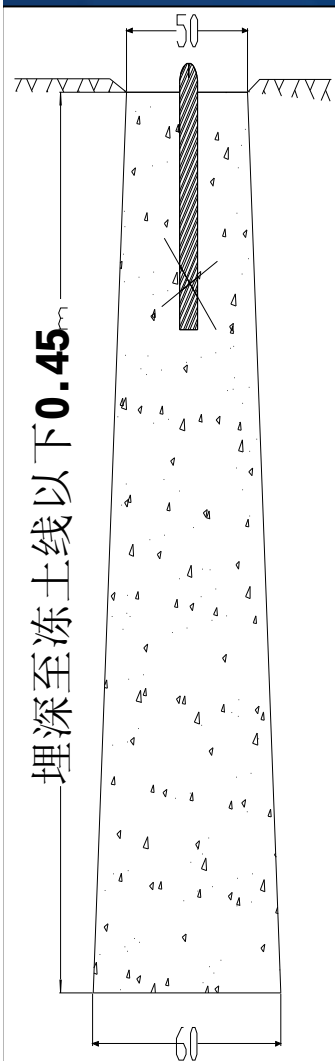


# 1、基准网点选埋及观测



## 2、CPI、CPII点选埋

地面点埋石断面图及照片如下(单位: cm):



尚未填注混凝土的桩位



测量桩位深度



50cm

50 cm

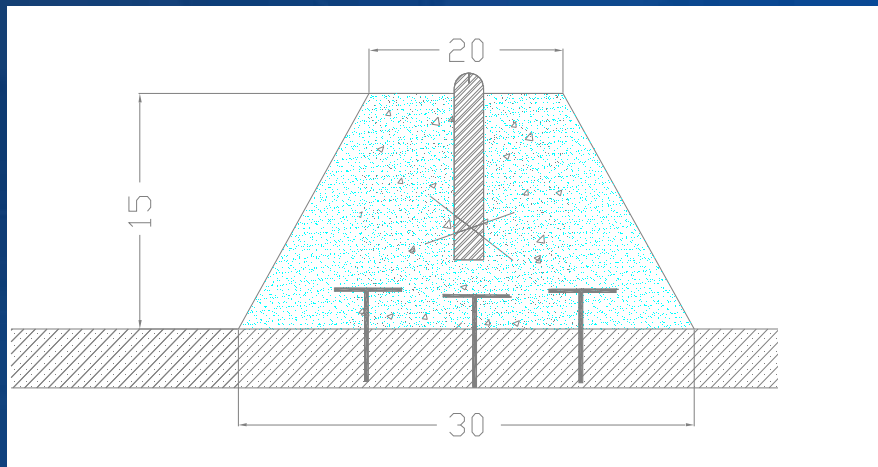


50cm

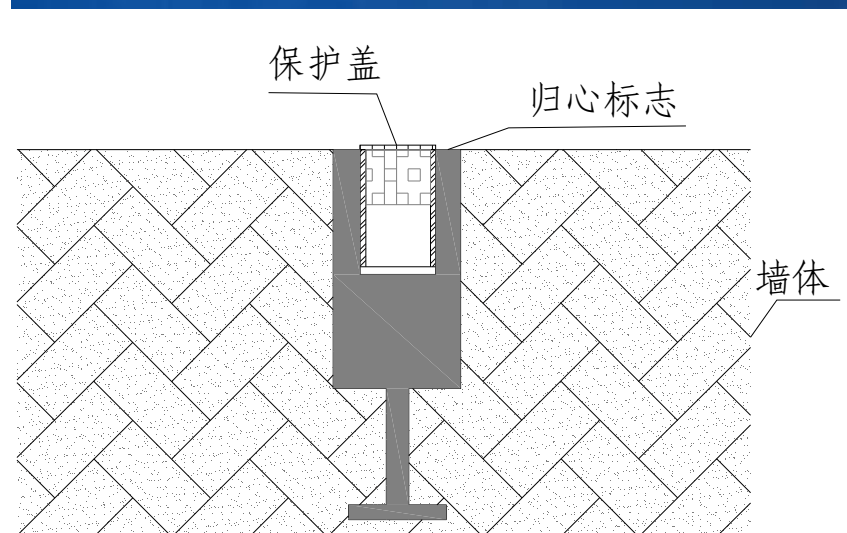
凝固后桩面及加盖水泥盖



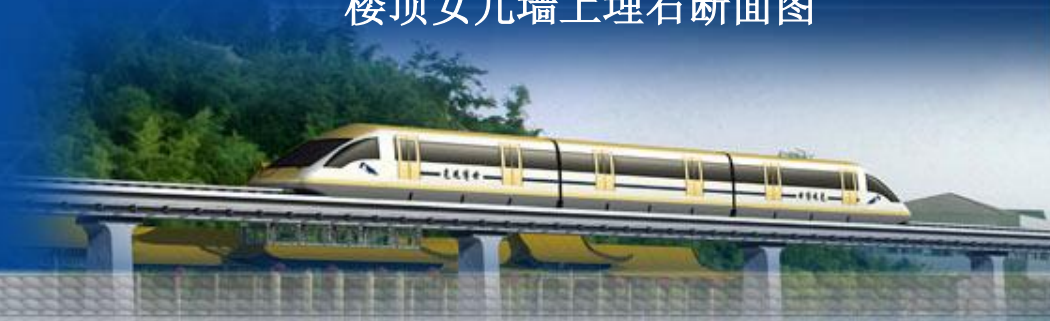
# 建筑物顶CPI及CPII埋石断面图(单位: cm):



楼顶面埋石断面图



楼顶女儿墙上埋石断面图





## 2、CPI点观测

**CPI联测网形构成大地四边形。具体要求如下：**

| 项目 \ 级别           | CPI联测技术指标 |
|-------------------|-----------|
| 卫星截止高度角 (度)       | 15        |
| 有效观测卫星数 (颗)       | $\geq 5$  |
| 时段中任一卫星有效观测时间 (分) | $\geq 30$ |
| 观测时段数 (个)         | 2         |
| 时段长度(分)           | $\geq 90$ |
| 采样间隔(秒)           | 15        |
| PDOP或GDOP         | $\leq 6$  |



## 2、CPI点观测

**CPI观测按照GPS B级标准进行施测完成，全线GPS网贯通。并与框架网点进行联测，整网平差。**



### 3、CPII点观测

**CPII观测按四边形网形式进行，即独立环边数不大于4条。且观测满足如下要求：**

| 项目 \ 级别           | CPII联测技术指标 |
|-------------------|------------|
| 卫星截止高度角 (度)       | 15         |
| 有效观测卫星数 (颗)       | $\geq 4$   |
| 时段中任一卫星有效观测时间 (分) | $\geq 20$  |
| 观测时段数 (个)         | 1          |
| 时段长度(分)           | $\geq 60$  |
| 采样间隔(秒)           | 15         |
| 重复设站 (次)          | 2          |
| PDOP或GDOP         | $\leq 8$   |





### 三、使用CPI、CPII注意事项



# 1、京津城际精密测量与暂规区别

在《暂规》中，精测网除CPI、CPII、CPIII外，对于线下工程施工一级的精测网施工加密测量没有明确考虑，只在其中对提到需要移设或增设导线点、水准点时，其点位设置、测量方法以及精度要求同CPII及勘测高程控制测量。京津城际充分考虑了线下施工的要求，点位密度合理，施工阶段的控制网由设计院完成，避免了各施工单位分别布网，测量精度不统一的情况，施工单位所做的就是利用控制点进行施工放样，避免错误发生。



## 2、按照暂规进行精密测量应进行加密测量

1) 由于CPII的点间距一般为600-800m，水准点间距一般为2km左右，且由于勘测时地形条件所限，在CPII上直接进行施工放样，使用不方便，而且有的点放样距离太远，影响放样精度。

2) 施工放样测量及监测工作量很大，需要经常后视和检核已知点，只使用CPII后视、检核将增大工作量，且使用不方便。





## 2、按照暂规进行精密测量应进行加密测量

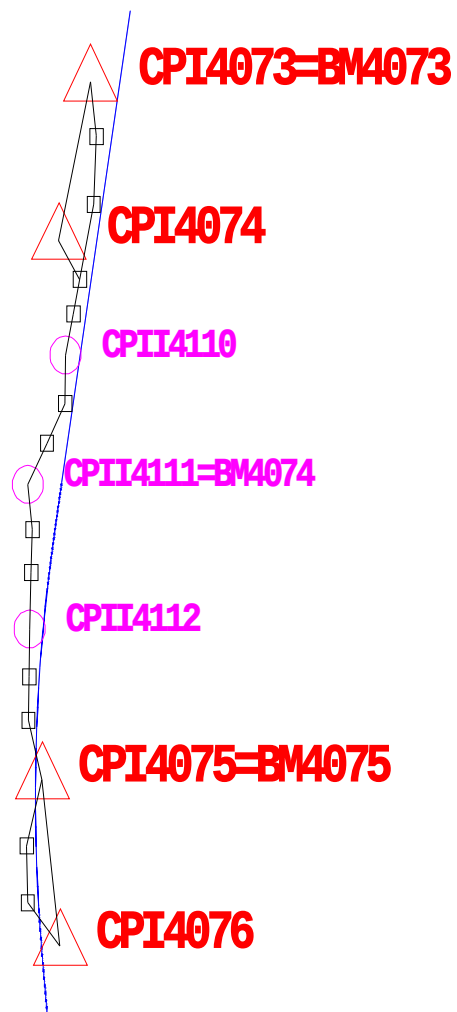
3) **CPII**点及水准点少，施工时应该进行加密，这样既可保证有效施工控制点的数量，而且增加了检核条件。

4) 增加精测网施工加密测量工作可方便后续施工测量，节约施工放样工作时间，保证放样精度。



## 2、按照暂规进行精密测量应进行加密测量

### 具体加密测量布设形式



施工加密导线布设示意图

图 例

-  **CPI点**
-  **CPII点**
-  加密导线点
-  线路中线
-  导线边

### 3、进行平面加密测量具体要求

1) 外业观测距离经归算和投影改化后进行平差计算。

2) 起算数据为CPI、CPII级控制点，导线应在方位角闭合差及导线全长闭合差满足要求后，采用经鉴定通过的专业平差软件平差。





### 3、进行平面加密测量具体要求

3) 对于加密导线测量网来说，应进行多段落的整体严密平差；不宜按单一附和导线计算平差。

4) 控制点的点位中误差应满足 $m_x$ 、 $m_y \leq \pm 15\text{mm}$ ，导线点坐标成果保留到0.1mm。



#### 4、CPI、CPⅡ测量实施注意事项

- 1) 施工单位施测前必须制定测量技术设计书，明确所使用的测量仪器、测量等级和测量方法；
- 2) 各单位使用各类测量仪器设备如全站仪、水准仪、气压计、温度计等精度指标要满足要求，且须在计量检定有效期内使用
- 3) 项目开工前以及作业过程中，按有关规定做好仪器的常规检校工作，并认真填写仪器常规检校记录；



## 4、CPI、CPⅡ测量实施注意事项

4) 尤其加强对中器的日常检校，偏心不大于0.3mm;

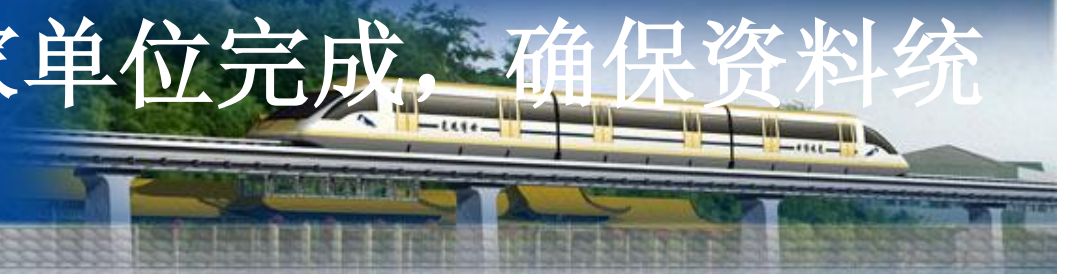
5) 加强测量技术人员的培训和力量，外业严格按照技术要求进行操作，加强质量控制，制定切实有效的质量控制措施;





## 4、CPI、CPII测量实施注意事项

- 6) 对设计院提交的控制测量成果要及时以同等精度复测，发现问题及时反馈给设计院，同时制定测量点保护措施，**CPI、CPII**点位严禁破坏；
- 7) 由于标石分布于施工沿线，点位受施工干扰较大，点位不稳定，应加强复测，及时对不稳定的点位进行成果更新；
- 8) 加密测量必须由具有甲级测绘资质的测量单位进行施测，确保施工质量，最好加密测量统一由一家单位完成，确保资料统一；



## 4、CPI、CPⅡ测量实施注意事项

9) 加密和放样时要加强对已知控制点的检核工作。尤其在放样时，要后视两个点，对已知控制点检核无误后再进行放样，防止出现错误；

10) 放样时放样点和已知点尽量缩短边长，以减小放样误差，保证放样精度；



## 4、CPI、CPⅡ测量实施注意事项

- 11) 数据处理时加强计算、复核工作，使用合格的计算软件，确保资料的正确性和测量精度指标满足要求，尽量统一采用一个测量平差软件；
- 12) 对原始观测记录要及时归档；
- 13) 全线CPI、CPⅡ必须定期进行全线复测，确保工程建设期间整网测量精度。





## 四、CPⅢ（轨道设标网） 测量



# 1、CPIII点位标石埋设注意要点

第一、CPIII点位标石埋设必须稳固

第二、点位标石要易于永久保存

第三、点位埋设要不影响行车限界要求及行车安全



# 1、CPIII点位标石埋设注意要点

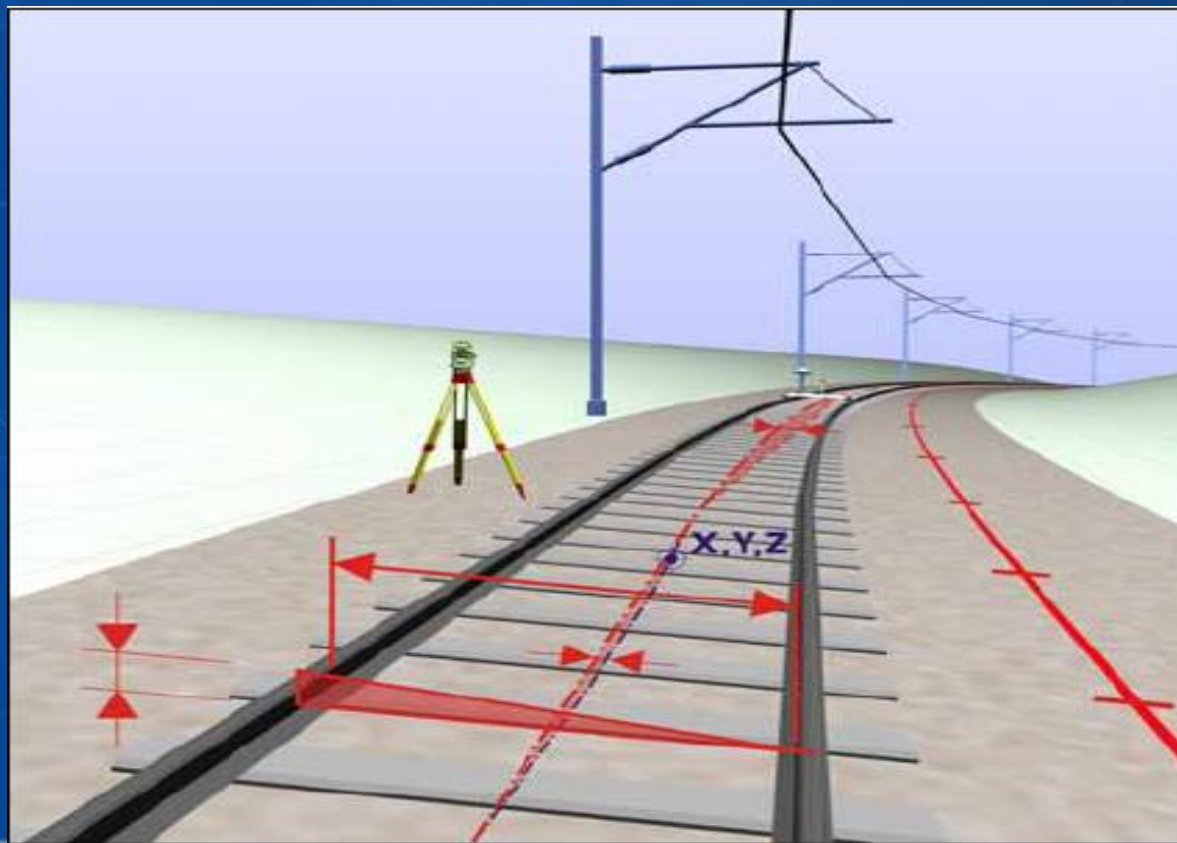
## 第四、点位埋设要满足后续无砟轨道铺设时通视条件的要求





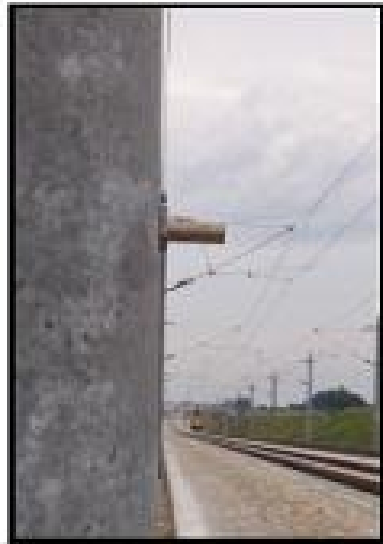
# 1、CPⅢ点位标石埋设注意要点

第五、点位埋设要满足运营养护维修时，轨检仪器测设的要求。



## 2、德国轨道设标网（CPⅢ）点埋设方法

q 在德国每隔**60m**左右的接触网杆上设置一对设标网点



### 3、京津城际轨道设标网点埋设方法

- q 桥梁地段布设于桥梁防撞墙固定端外侧，每隔**60~75m**布设一对
- q 路基一般地段布设于接触网杆底座上
- q 路基特殊地段，布设于路基**U**型槽上
- q 部分车站地段布设于无柱雨棚支柱上
- q 特别困难地段，建造观测柱





# 京津城际轨道设标网点结构图



## 防撞墙上设标网点平面结构图



# 京津城际轨道设标网点结构图



## 防撞墙上设标网点高程结构图



# 京津城际轨道设标网点结构图



## 路基地段接触网底座上设标网点平面结构图





# 京津城际轨道设标网点结构图



## 路基地段接触网底座上设标网点高程结构图



# 标石埋设于防撞墙上

施工单位  
必须提前  
预留孔  
位，孔位  
施工保质  
保量！





# 标石埋设于接触网底座上



设标网  
点预留  
孔位





# 标石埋设于无柱雨棚支柱上





# 特殊情况下设标网点埋设水泥柱



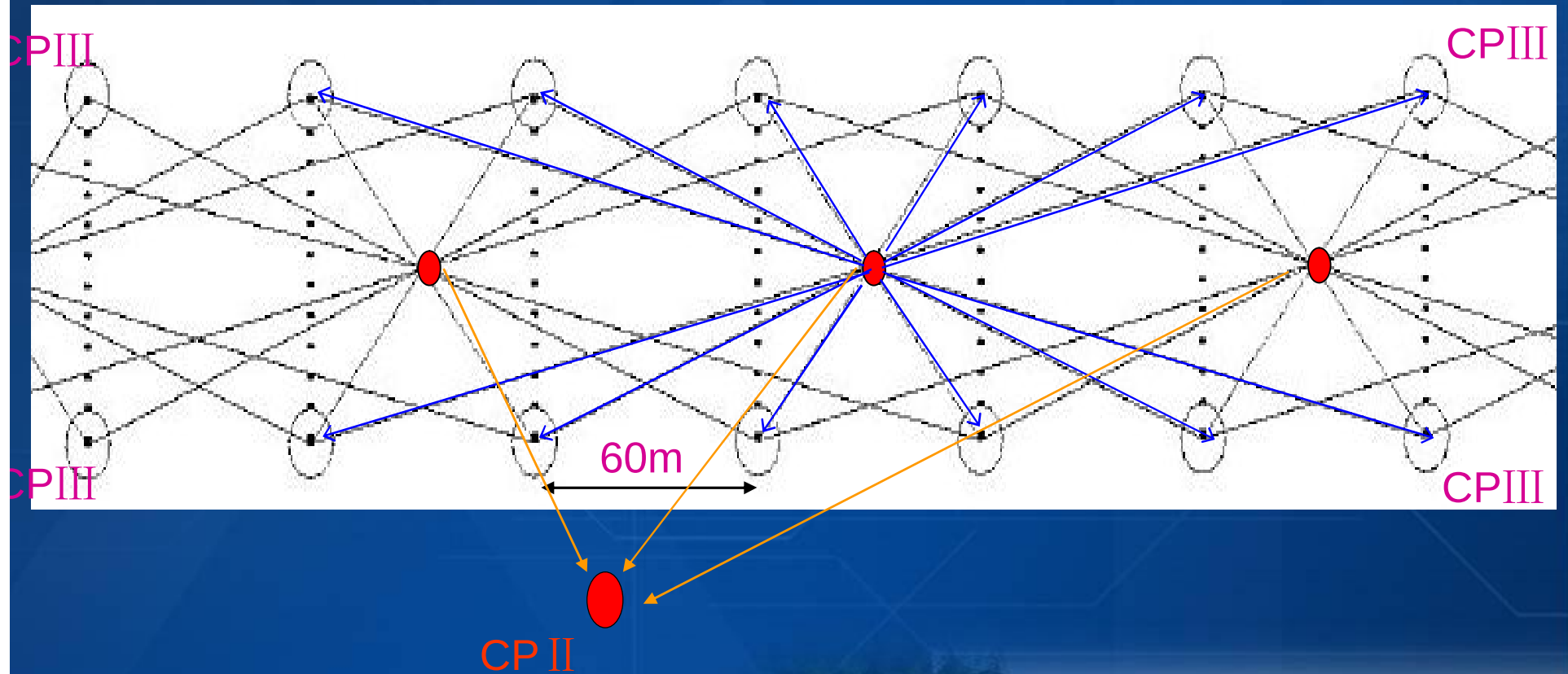
## 4、CPIII平面测量方法

根据建技【2007】92关于印发《客运专线铁路工程测量有关标准研讨会专家意见》精神，设计时速200公里及以上客运专线的CPIII平面应采用自由设站边角交会法，该方法优于其他布网方式。

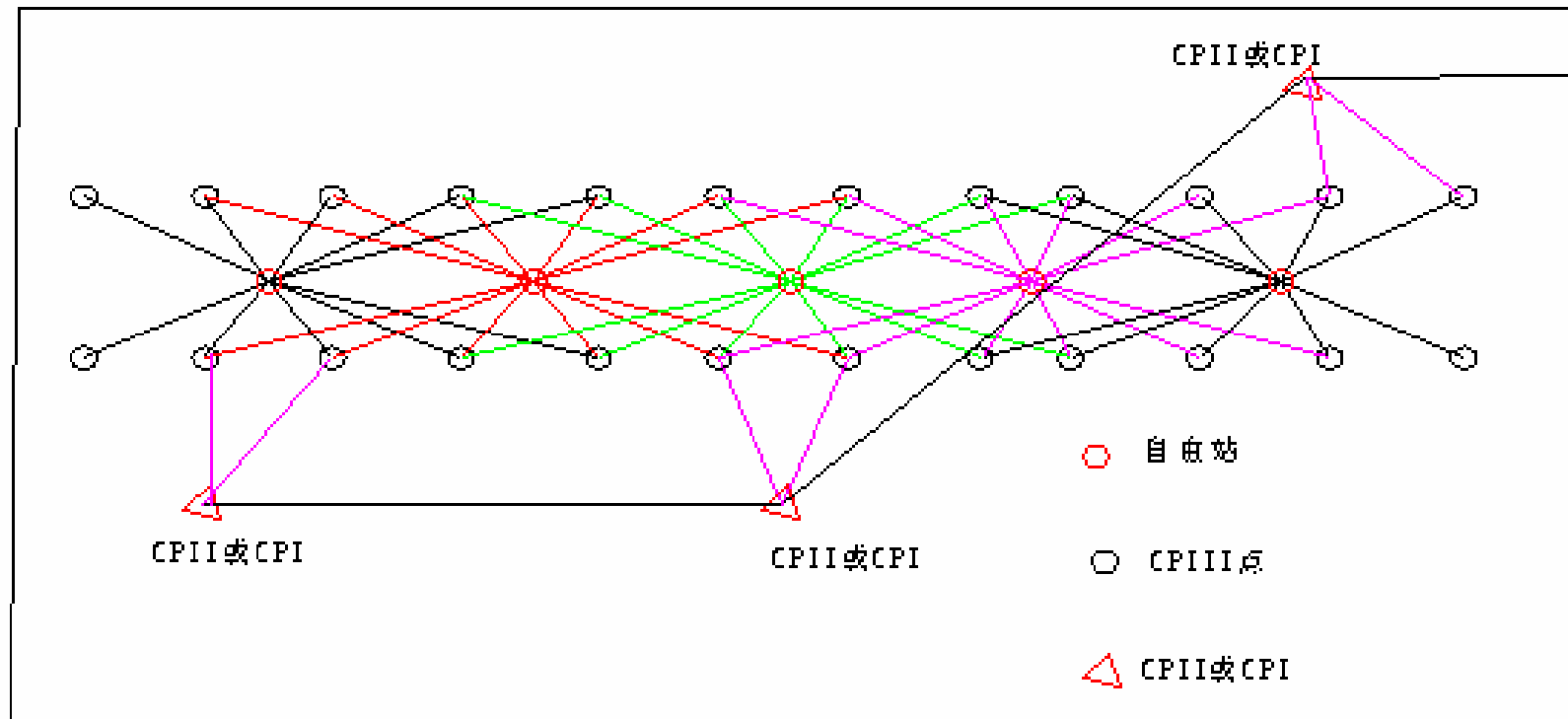




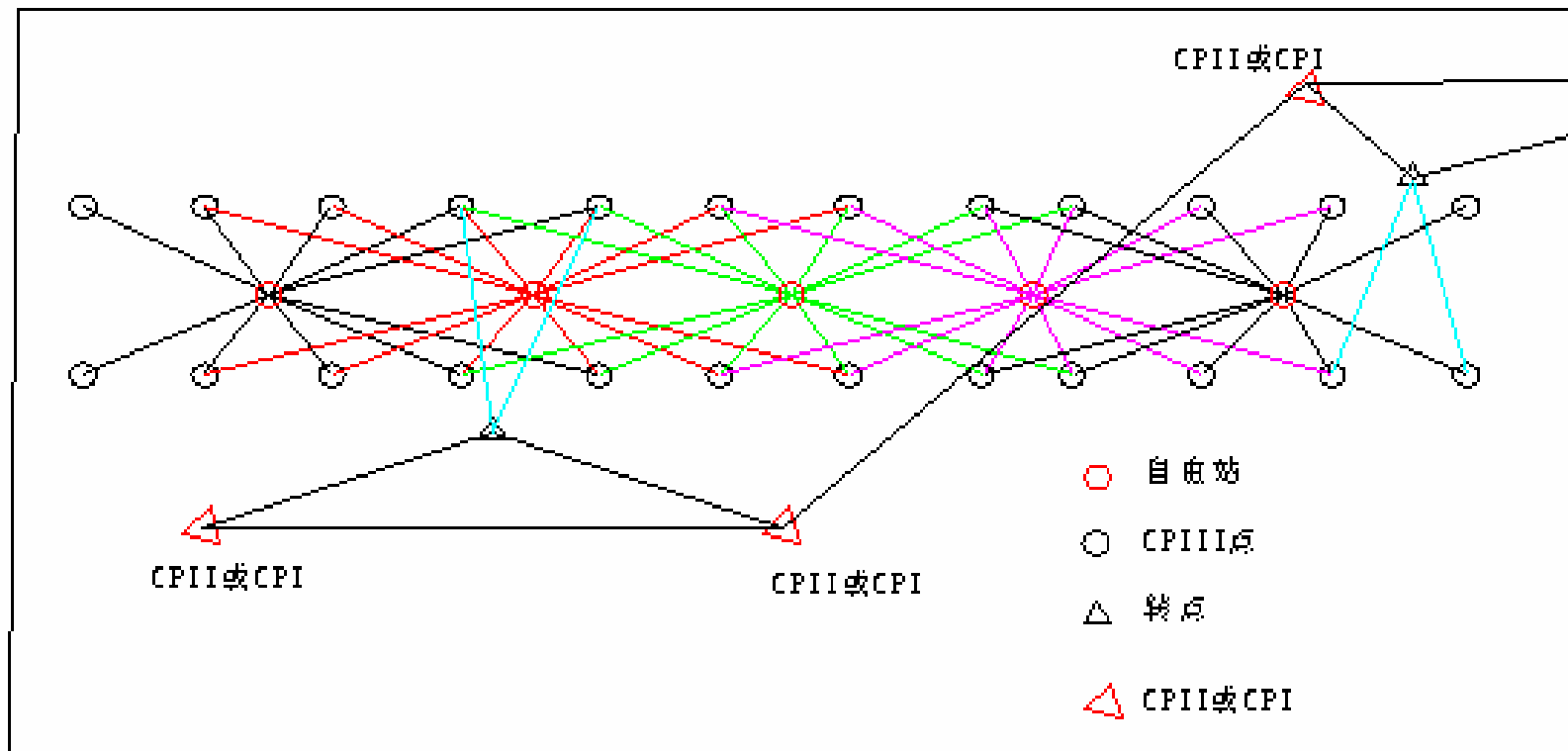
# 暂规规定的CPⅢ测量方式



# 京津城际CPIII测量方法（一般地段）



# 京津城际CPIII测量方法（特殊地段）





## 5、CPⅢ测量注意事项

第一、全线进行**施组**安排时，必须考虑CPⅢ的测设时间，无砟轨道后续施工进度顺利与否与CPⅢ测量息息相关；

第二、CPⅢ布设位置要结合施组安排综合考虑，在布设位置提前预留孔位，预留空位严格按照设计要求进行；

第三、由于全线施工单位多，施工节点多，为确保CPⅢ测量成果的顺利衔接，各施工段落尽可能的长，以3~5km为宜，节点间的坐标高程必须进行合理衔接；



## 5、CPⅢ测量注意事项

第四、在进行CPⅢ网测量时，桥面正是施工最紧张的时候，观测时经常受到施工干扰，极大地影响了轨道设标网的测量工作。无砟轨道铺设的顺利与否取决于CPⅢ网的测设进度，所以，线上施工单位应尽可能的为CPⅢ网创造观测条件，CPⅢ测设时相关单位必须做好组织、协调、配合工作；

第五、必须按照规范规定要求的距离联测地面布设的平面控制点CPI、CPII以及高程基准点；



## 5、CPⅢ测量注意事项

第六、由于精密控制网CPI、CPII控制点布设于施工沿线，进行CPⅢ平面测量时必须对联测的CPI、CPII进行检核；

第七、由于精密控制网水准基点布设于施工沿线，进行CPⅢ高程测量时应将地面高程起算点与附近深埋点和基岩点进行联测，检核稳定性；





## 5、CPⅢ测量注意事项

第八、CPⅢ测设所采用的仪器设备应定期进行检校，确保测设精度；

第九、补设一个CPⅢ非常困难，所以施工单位应加强CPⅢ点的保护，对线上施工人员加强教育，严禁对提交的CPⅢ点破坏，应制定切实可行的保护措施；

第九、建议CPⅢ测量统一由一家单位负责完成，确保前后资料衔接。



## 6、无砟轨道CPIII测量一体化测量系统

- q TSDI\_HRSADJ精密工程测量软件可以正确地处理客运专线轨道设标网（CPIII自由设站边角交会网）测量数据。
- q 外业一体化测量系统（全站仪机载软件）提高了外业测量的速度和可靠性，降低了操作人员的劳动强度。
- q 两套软件相互无缝配合，实现了测量数据采集、管理、输出和平差处理的自动化与智能化。
- q 已通过科技司组织的鉴定，整体水平国际先进。





# 系统功能

该系统能够实现轨道设标网（CPIII自由设站边角交会网）全站仪自动测量、数据质量智能控制、自动输出报表以及测量平差系统的无缝衔接，实现测量数据采集、管理、输出、平差处理的自动化、智能化和一体化。





# 系统的组成

- q 徕卡全站仪机载测量程序
- q 内业后处理程序



# TPS上开发的机载测量程序

系统包含的子程序及适用仪器型号

**Leica TPS**系列全站仪机载程序:

| 仪器系列     | 运行平台      | 软件版式 | 适用仪器型号                   |
|----------|-----------|------|--------------------------|
| TPS 2000 | GEO Basic | 自动版  | TCA2003、TCA1800          |
|          |           | 手动版  | TC2003、TC1800/ TPS1100系列 |
| TPS 1200 | GEO C++   | 自动版  | TCA1201                  |
|          |           | 手动版  | TC1201、TCR1201           |

## ● **Leica TPS**系列全站仪多测回测角数据后处理程序

▲ 自动版和手动版程序的区别: 1. 手驱动, 瞄准; 2. 手控仪器操作面板, 按键观测和记录。

# 系统的主要性能和特点

- q 全自动测量，轻松值守
- q 实时质量监控和保障
- q 数据自动传输
- q 测量数据质量分析
- q 输出符合行业标准的手薄
- q 输出多种数据格式
- q 系统操作简便，易于掌握和推广





# 全自动测量，轻松值守

依托TCA仪器具有伺服驱动、ATR自动瞄准功能，机载测量程序能够让全站仪像‘测量机器人’一样工作，实现了轻松值守、全天候（夜间）、全自动、智能化测量，减弱了人工干预引起的照准等误差；



京津城际设标网夜间测量



# 实时质量监控和保障

## 1. 对观测指标实时进行符合性判析，超限提示和任意测回重测：

- 测回归零差；
- 2C互差
- 方向互差
- 竖直角指标差等

## 2. 作业环境振动提示；

## 3. 气象条件不佳提示；

## 4. 观测目标错误提示；

## 5. 查看观测质量平差分析报告。



The screenshot displays a software window for surveying data. At the top, it shows the time '07:32' and the title '多测回测角' (Multiple Repetition Angle Measurement). Below the title bar, there are icons for 'IR II' and 'STD'. The main area is divided into tabs for '水平角' (Horizontal Angle), '垂直角' (Vertical Angle), and '斜距' (Slope Distance). The '水平角' tab is active, showing a table with columns for '限差' (Limit Difference), '最大值' (Maximum Value), and '状态' (Status). The table contains three rows of data: '归零左' (Zero Left), '归零右' (Zero Right), and '2C差' (2C Difference). The bottom of the window features buttons for '继续' (Continue), '重测' (Re-measure), and '换页' (Change Page).

|      | 限差 | 最大值  | 状态 |
|------|----|------|----|
| 归零左： | 6" | 3.0" | 合格 |
| 归零右： | 6" | 1.0" | 合格 |
| 2C差： | 9" | 5.0" | 合格 |





# 数据自动传输



全站仪 - PC数据通讯





# 输出符合行业标准的手薄

D:\京沪高速铁路项目资料\四队数据\z\ok429.TPT

## 光电测距电子记录手薄

测站: 429 仪器: TCRA1201 编号: 210531 测站高程: 111.00m 第1页, 共4页  
测回: 1 天气: 天气 日期: 2007年4月22日

| 测点     | 气温<br>℃<br>气压<br>mmHg |      | 仪器        |     | 测点角 |      | 改正后<br>水平距离<br>(m) | 平均<br>水平距离<br>(m) | 备注 |
|--------|-----------------------|------|-----------|-----|-----|------|--------------------|-------------------|----|
|        |                       |      | (m)       | *   | +   | -    |                    |                   |    |
| 1046T1 | 22                    | 仪器读数 | 92.1654T  | 90  | 21  | 47.5 | 92.16551           | 92.16545          |    |
|        |                       | 仪器读数 | 92.1660T  | 269 | 52  | 25.2 |                    |                   |    |
|        |                       | 目标读数 | 0.20 mm   |     |     | 5.25 |                    |                   |    |
| 104691 | 22                    | 仪器读数 | 92.1662T  | 90  | 21  | 42.1 | 165.43346          | 165.43350         |    |
|        |                       | 仪器读数 | 165.4905T | 90  | 12  | 21.1 |                    |                   |    |
|        |                       | 目标读数 | 165.4909T | 269 | 41  | 46.1 |                    |                   |    |
| 104692 | 22                    | 仪器读数 | 165.4907T | 90  | 12  | 17.5 | 165.40499          | 165.40434         |    |
|        |                       | 仪器读数 | 165.4907T | 90  | 12  | 17.2 |                    |                   |    |
|        |                       | 目标读数 | -0.20 mm  |     |     | 5.6  |                    |                   |    |
| 1046T2 | 22                    | 仪器读数 | 92.02056  | 90  | 21  | 49.7 | 92.01355           | 92.01355          |    |
|        |                       | 仪器读数 | 92.02026  | 269 | 52  | 22.0 |                    |                   |    |
|        |                       | 目标读数 | 0.05 mm   |     |     | 5.25 |                    |                   |    |
| 104662 | 22                    | 仪器读数 | 92.02051  | 90  | 21  | 45.9 | 52.20652           | 52.2062T          |    |
|        |                       | 仪器读数 | 52.20226  | 90  | 52  | 56.1 |                    |                   |    |
|        |                       | 目标读数 | -0.15 mm  |     |     | 6.9  |                    |                   |    |
| 104652 | 22                    | 仪器读数 | 52.20241  | 90  | 52  | 49.2 | 55.0910T           | 55.0909T          |    |
|        |                       | 仪器读数 | 55.09126  | 90  | 11  | 50.0 |                    |                   |    |
|        |                       | 目标读数 | 55.09126  | 269 | 42  | 25.2 |                    |                   |    |
| 104612 | 22                    | 仪器读数 | 0.00 mm   |     |     | 6.9  | 92.55505           | 92.55425          |    |
|        |                       | 仪器读数 | 92.5542T  | 39  | 55  | 51.7 |                    |                   |    |
|        |                       | 目标读数 | -0.25 mm  |     |     | 4    |                    |                   |    |
| 104592 | 22                    | 仪器读数 | 92.55512  | 270 | 04  | 56.5 | 165.74065          | 165.74045         |    |
|        |                       | 仪器读数 | 165.74123 | 39  | 52  | 02.2 |                    |                   |    |
|        |                       | 目标读数 | 165.74022 | 270 | 02  | 07.1 |                    |                   |    |
| 104591 | 22                    | 仪器读数 | 0.20 mm   |     |     | 4.95 | 165.2755T          | 165.27554         |    |
|        |                       | 仪器读数 | 165.74102 | 39  | 51  | 57.9 |                    |                   |    |
|        |                       | 目标读数 | 165.27552 | 39  | 51  | 56.1 |                    |                   |    |
| 104611 | 22                    | 仪器读数 | 165.27402 | 270 | 02  | 15.5 | 92.51402           | 92.51415          |    |
|        |                       | 仪器读数 | -0.25 mm  |     |     | 5.7  |                    |                   |    |
|        |                       | 目标读数 | 92.5141T  | 39  | 55  | 14.2 |                    |                   |    |
| 104651 | 22                    | 仪器读数 | 92.5140T  | 270 | 04  | 57.6 | 55.41902           | 55.4192T          |    |
|        |                       | 仪器读数 | 0.05 mm   |     |     | 5.9  |                    |                   |    |
|        |                       | 目标读数 | 92.51412  | 39  | 55  | 02.5 |                    |                   |    |
| 104651 | 22                    | 仪器读数 | 55.41946  | 90  | 11  | 12.2 | 55.10775           | 55.10720          |    |
|        |                       | 仪器读数 | 55.41906  | 269 | 42  | 55.2 |                    |                   |    |
|        |                       | 目标读数 | 0.20 mm   |     |     | 6    |                    |                   |    |
| 104651 | 22                    | 仪器读数 | 55.41926  | 90  | 11  | 12.2 | 55.10775           | 55.10720          |    |
|        |                       | 仪器读数 | 55.10976  | 90  | 52  | 12.9 |                    |                   |    |
|        |                       | 目标读数 | 55.10926  | 269 | 21  | 55.7 |                    |                   |    |
| 104651 | 22                    | 仪器读数 | -0.05 mm  |     |     | 6.5  | 55.10775           | 55.10720          |    |
|        |                       | 仪器读数 | 55.10921  | 90  | 52  | 12.6 |                    |                   |    |
|        |                       | 目标读数 |           |     |     |      |                    |                   |    |

观测者: 王杰峰 记录者: TCRA1201 检校者: 何凤霞 日期: 2007年5月25日

电磁波测距标准记录



# 输出符合行业标准的手簿

## 水平角观测通用记录

### 水平角观测电子记录手簿

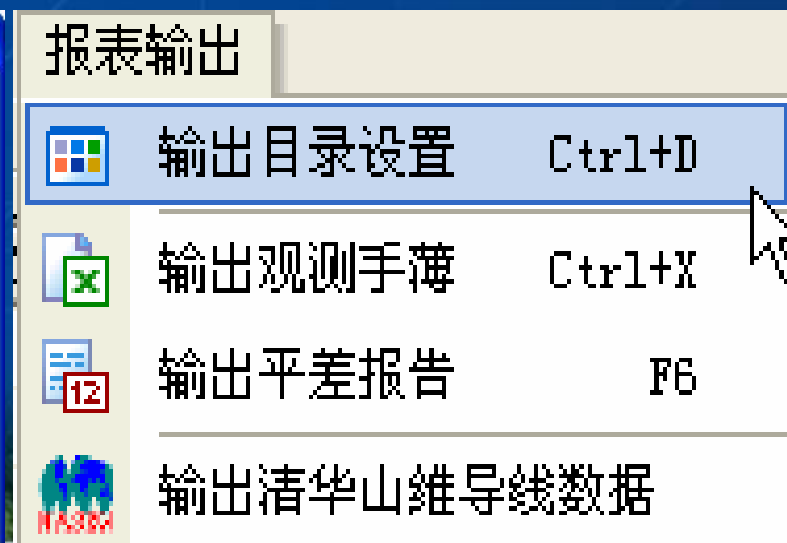
测站 422 仪器 TCR1201 编号 210381 天气 晴 呈像 清晰 观测日期: 2007年4月18日 起始时间: 08:02:15~08:51:42

| 测回数 | 照准点    | 望远镜位置 I       |    |      |               | 望远镜位置 II |      |               |    | 2C<br>(I-II) | I与II之中数 |    |      | 方向值   |     |    | 平差后方向值 |     |    | 备注   |     |    |      |               |
|-----|--------|---------------|----|------|---------------|----------|------|---------------|----|--------------|---------|----|------|-------|-----|----|--------|-----|----|------|-----|----|------|---------------|
|     |        | 度盘读数          |    | 中数   | 度盘读数          |          | 中数   |               |    |              |         |    |      |       |     |    |        |     |    |      |     |    |      |               |
|     |        | A             | B  |      | A             | B        |      |               |    |              |         |    |      |       |     |    |        |     |    |      |     |    |      |               |
| 1   | 104202 | 210           | 34 | 10.6 |               | 34       | 10.6 | 30            | 34 | 10.9         |         | 34 | 10.9 | -00.3 | 210 | 34 | 10.8   | 0   | 00 | 00.0 | 0   | 00 | 00.0 | △direct=00.0" |
|     | 104182 | 211           | 22 | 25.8 |               | 22       | 25.8 | 31            | 22 | 24.4         |         | 22 | 24.4 | 01.4  | 211 | 22 | 25.1   | 0   | 48 | 15.1 | 0   | 48 | 14.6 | △direct=00.7" |
|     | 104181 | 214           | 50 | 54.6 |               | 50       | 54.6 | 34            | 50 | 52.0         |         | 50 | 52.0 | 02.6  | 214 | 50 | 53.3   | 4   | 16 | 43.3 | 4   | 16 | 43.2 | △direct=01.7" |
|     | 104201 | 216           | 21 | 37.3 |               | 21       | 37.3 | 36            | 21 | 34.5         |         | 21 | 34.5 | 02.8  | 216 | 21 | 35.9   | 5   | 47 | 25.9 | 5   | 47 | 26.1 | △direct=02.0" |
|     | 104221 | 222           | 21 | 04.8 |               | 21       | 04.8 | 42            | 20 | 59.0         |         | 20 | 59.0 | 05.8  | 222 | 21 | 01.9   | 11  | 46 | 51.9 | 11  | 46 | 52.2 | △direct=02.1" |
|     | 104241 | 25            | 36 | 50.9 |               | 36       | 50.9 | 205           | 36 | 46.2         |         | 36 | 46.2 | 04.7  | 25  | 36 | 48.6   | 175 | 02 | 38.5 | 175 | 02 | 37.8 | △direct=01.8" |
|     | 104261 | 31            | 38 | 04.0 |               | 38       | 04.0 | 211           | 38 | 01.7         |         | 38 | 01.7 | 02.3  | 31  | 38 | 02.9   | 181 | 03 | 52.8 | 181 | 03 | 52.9 | △direct=01.6" |
|     | 104281 | 33            | 07 | 13.8 |               | 07       | 13.8 | 213           | 07 | 10.0         |         | 07 | 10.0 | 03.8  | 33  | 07 | 11.9   | 182 | 33 | 01.9 | 182 | 33 | 02.3 | △direct=01.7" |
|     | 104282 | 36            | 35 | 47.1 |               | 35       | 47.1 | 216           | 35 | 44.9         |         | 35 | 44.9 | 02.2  | 36  | 35 | 46.0   | 186 | 01 | 36.0 | 186 | 01 | 35.7 | △direct=02.3" |
|     | 104262 | 37            | 25 | 37.8 |               | 25       | 37.8 | 217           | 25 | 37.7         |         | 25 | 37.7 | 00.1  | 37  | 25 | 37.8   | 186 | 51 | 27.7 | 186 | 51 | 27.6 | △direct=00.3" |
|     | 104242 | 42            | 52 | 02.9 |               | 52       | 02.9 | 222           | 51 | 54.8         |         | 51 | 54.8 | 08.1  | 42  | 51 | 58.9   | 192 | 17 | 48.8 | 192 | 17 | 49.1 | △direct=02.0" |
|     | 104222 | 205           | 05 | 50.5 |               | 05       | 50.5 | 25            | 05 | 45.3         |         | 05 | 45.3 | 05.2  | 205 | 05 | 47.9   | 354 | 31 | 37.9 | 354 | 31 | 38.5 | △direct=02.0" |
|     | 104202 | 210           | 34 | 09.7 |               | 34       | 09.7 | 30            | 34 | 08.9         |         | 34 | 08.9 | 00.8  | 210 | 34 | 09.3   | 0   | 00 | 00.0 |     |    |      | △direct=00.0" |
|     |        | 盘左归零差: -00.9" |    | 合格   | 盘右归零差: -02.0" |          | 合格   | △2c Max=08.4" |    | 超限           |         |    |      |       |     |    |        |     |    |      |     |    |      |               |
| 2   | 104202 | 210           | 34 | 11.3 |               | 34       | 11.3 | 30            | 34 | 10.3         |         | 34 | 10.3 | 01.0  | 210 | 34 | 10.8   | 0   | 00 | 00.0 |     |    |      |               |
|     | 104182 | 211           | 22 | 26.8 |               | 22       | 26.8 | 31            | 22 | 25.3         |         | 22 | 25.3 | 01.5  | 211 | 22 | 26.1   | 0   | 48 | 14.5 |     |    |      |               |
|     | 104181 | 214           | 50 | 54.7 |               | 50       | 54.7 | 34            | 50 | 53.3         |         | 50 | 53.3 | 01.4  | 214 | 50 | 54.0   | 4   | 16 | 42.5 |     |    |      |               |
|     | 104201 | 216           | 21 | 38.2 |               | 21       | 38.2 | 36            | 21 | 35.3         |         | 21 | 35.3 | 02.9  | 216 | 21 | 36.8   | 5   | 47 | 25.2 |     |    |      |               |
|     | 104221 | 222           | 21 | 06.7 |               | 21       | 06.7 | 42            | 21 | 00.0         |         | 21 | 00.0 | 06.7  | 222 | 21 | 03.4   | 11  | 46 | 51.8 |     |    |      |               |
|     | 104241 | 25            | 36 | 50.8 |               | 36       | 50.8 | 205           | 36 | 45.7         |         | 36 | 45.7 | 05.1  | 25  | 36 | 48.3   | 175 | 02 | 36.7 |     |    |      |               |
|     | 104261 | 31            | 38 | 06.0 |               | 38       | 06.0 | 211           | 38 | 04.6         |         | 38 | 04.6 | 01.4  | 31  | 38 | 05.3   | 181 | 03 | 53.8 |     |    |      |               |
|     | 104281 | 33            | 07 | 14.6 |               | 07       | 14.6 | 213           | 07 | 12.4         |         | 07 | 12.4 | 02.2  | 33  | 07 | 13.5   | 182 | 33 | 02.0 |     |    |      |               |
|     | 104282 | 36            | 35 | 47.9 |               | 35       | 47.9 | 216           | 35 | 44.5         |         | 35 | 44.5 | 03.4  | 36  | 35 | 46.2   | 186 | 01 | 34.7 |     |    |      |               |
|     | 104262 | 37            | 25 | 39.3 |               | 25       | 39.3 | 217           | 25 | 38.9         |         | 25 | 38.9 | 00.4  | 37  | 25 | 39.1   | 186 | 51 | 27.6 |     |    |      |               |
|     | 104242 | 42            | 52 | 02.9 |               | 52       | 02.9 | 222           | 51 | 56.7         |         | 51 | 56.7 | 06.2  | 42  | 51 | 59.8   | 192 | 17 | 48.3 |     |    |      |               |
|     | 104222 | 205           | 05 | 52.1 |               | 05       | 52.1 | 25            | 05 | 46.9         |         | 05 | 46.9 | 05.2  | 205 | 05 | 49.5   | 354 | 31 | 38.0 |     |    |      |               |
|     | 104202 | 210           | 34 | 12.4 |               | 34       | 12.4 | 30            | 34 | 12.1         |         | 34 | 12.1 | 00.3  | 210 | 34 | 12.3   | 0   | 00 | 00.0 |     |    |      |               |
|     |        | 盘左归零差: 01.1"  |    | 合格   | 盘右归零差: 01.8"  |          | 合格   | △2c Max=06.4" |    | 合格           |         |    |      |       |     |    |        |     |    |      |     |    |      |               |

观测者: 记录者: 检查者: 日期: 2007年12月23日 第3页, 共6页

# 输出多种数据格式

- q 输出与TSDI\_HRSADJ无缝衔接的数据格式
- q 输出与科傻系统、清华山维平差软件兼容的数据格式





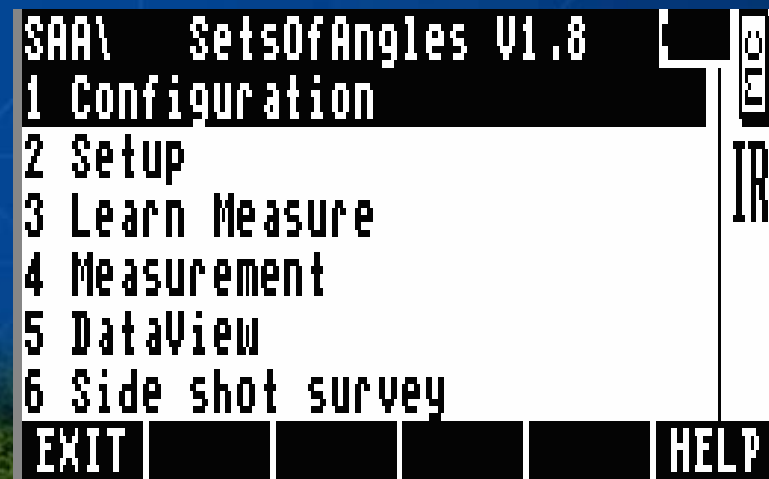
# 系统操作简便，易于掌握和推广

系统所包含的记载测量程序和后处理软件，界面直观，操作简便，其中整个外业测量过程只需要四个步骤，对于有仪器操作基础的员工，基本可以实现即学即用：

测站参数设置→测点学习→自动测量→查看观测质量报告



TPS1200系列

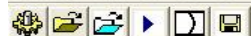


TPS2000系列

# 无砟轨道CPⅢ测量平差软件

High Rail Surveying Program for TSDI

文件(F) 计算(C) 视图(V) 成果输出与查看(S) 附属功能 帮助(H)



**平差计算设置**

先验精度设置

4测回测方向精度  "

1测回测距精度  mm+  ppm

☒ 是否投影长度变化

Y坐标加常数  米

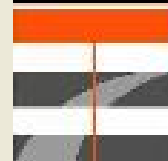
☒ 赫尔默特方差分量估计

选择平差模型

☒ 经典平差 ☐ 拟稳平差

## TSDI\_HRSADJ精密工程测量平差软件

开发单位：铁道第三勘察设计院集团有限公司 (TSDI)  
同济大学测量与国土信息工程系  
版权所有：TSDI具有该软件的使用权和维护权



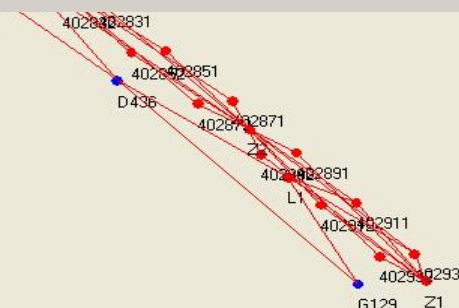
The 3rd Railway  
Survey & Design Institute

铁道第三勘察设计院

版本信息：2007 Ver3.0

联系方式：sdb@163.com

Copyright©2007-2010 TSDI and Tongji Univ.



帮助, 请按F1.

平差计算成功

13:42

# TSDI\_HRSADJ软件功能

- q 测站平差
- q 坐标转换
- q 平面网平差
  - § 测边网，测角网，边角混合网；
  - § 铁路CPIII自由设站边角交会网（轨道设标网GVN）；
  - § 分段平差重合点比较
- q 水准网平差
- q 无定向导线平差





# TSDI\_HRSADJ软件特色

- q 可读入多种格式的数据;
- q 拟稳平差选择兼容的起算点;
- q 间接平差模型进行平差;
- q **Baarda**粗差探测方法剔除粗差;
- q **Helmert**方差分量估计方法确定边角的权比;
- q 水准闭合环自动搜索, 经典平差、拟稳平差及伪逆平差三种平差成果可相互转换
- q 强大的图形化显示功能;
- q 矩阵计算采用稀疏矩阵存储和计算;
- q 实现从数据采集到平差处理的自动化和一体化。



# 无砟轨道CPⅢ测量平差结果统计

精度统计表

请选择需要显示的内容

请输入相邻点距离

70

相邻点相对精度图

点位精度图

边长和方向观测值的残差

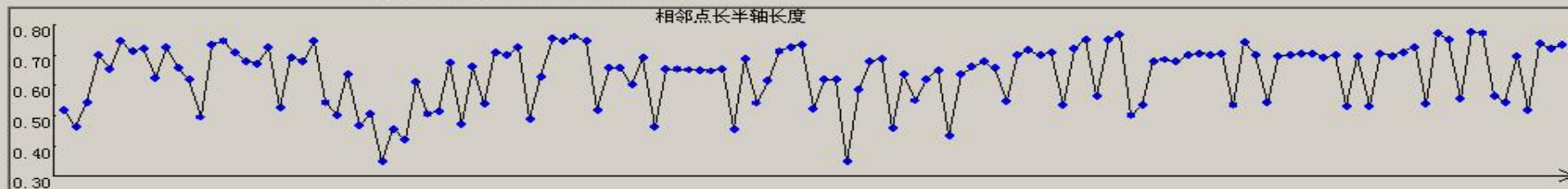
边长观测值改正数与精度

方向观测值改正数与精度

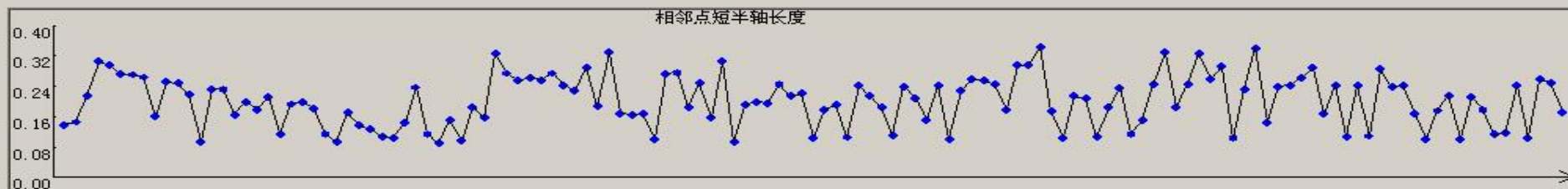
相邻点相对精度图

清空图象

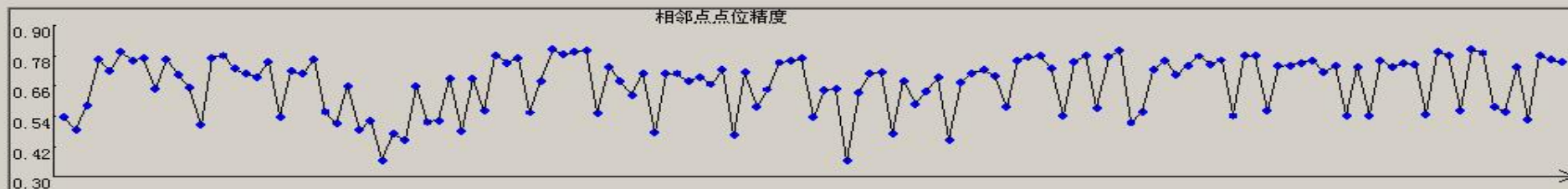
关闭窗口



长半轴最小为 0.3486 长半轴最大为 0.7766 长半轴平均为 0.6358 。



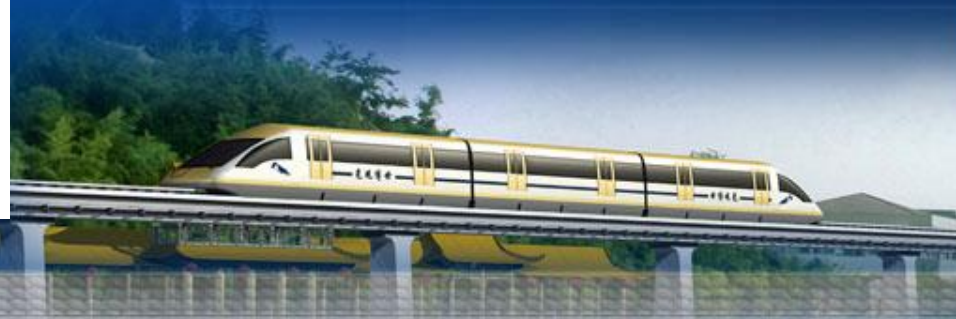
短半轴最小为 0.0892 短半轴最大为 0.3444 短半轴平均为 0.2015 。



最小相对点位精度为 0.3642 最大相对点位精度为 0.8051 平均相对点位精度为 0.6687 。



## 四、高程测量





# 1、基岩水准点的埋设

高程控制测量首先按约每50公里距离  
沿线建造基岩点，共建造基岩点9座。



## 2、基岩点施工

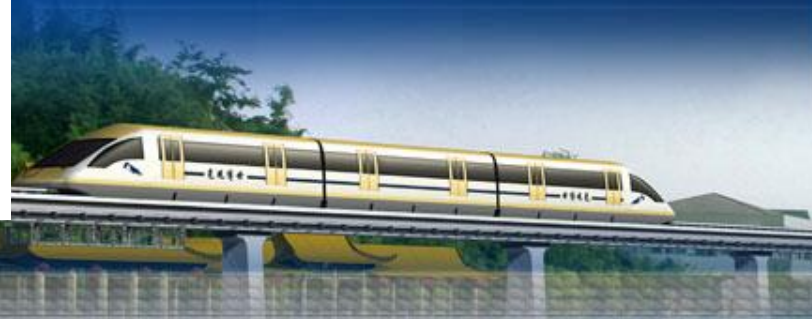
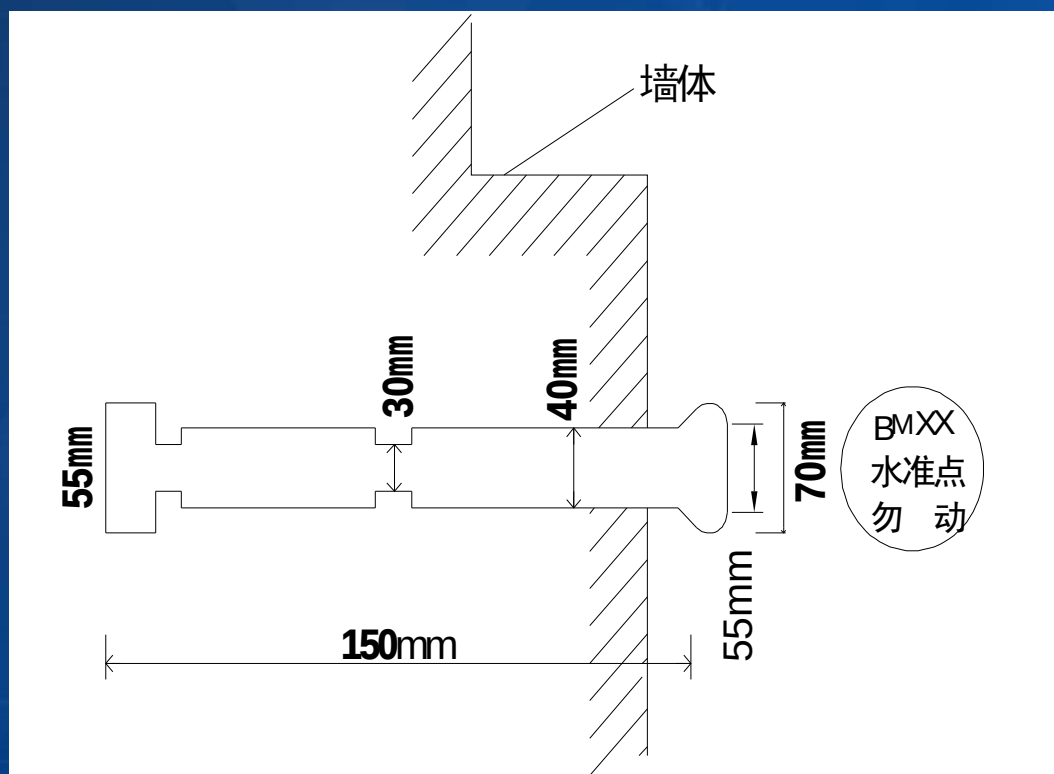


基岩点使用材料



### 3、水准基点施工

Ø水准基点大部分与CPI,CPII共用，平均1~2km一个，在市区CPI,CPII选在楼顶的另外钻设墙标，点位选在稳固的建筑物或构筑物墙体根部，且保证二等水准施测能够进行。示意图如下图：





## 4、水准网施测

Ø 全线基岩点及水准基点施测均按照国家二等水准要求进行施测，施测过程严格按照《国家一、二等水准测量规范》GB12897-91中二等的要求进行。



## 5、加密水准网施测

Ø 由于水准基点距离较远，不便于施工随时使用，所以建议布设加密水准网，加密水准网按照国家二等水准要求进行施测，施测过程严格按照《国家一、二等水准测量规范》GB12897-91中二等的要求进行。



## 6、CPIII水准网施测

Ø在基岩点、水准基点以及加密水准网的基础上施测CPIII水准网，CPIII水准网施测按照暂规中要求的精密水准的测量要求进行，应进行整网平差。





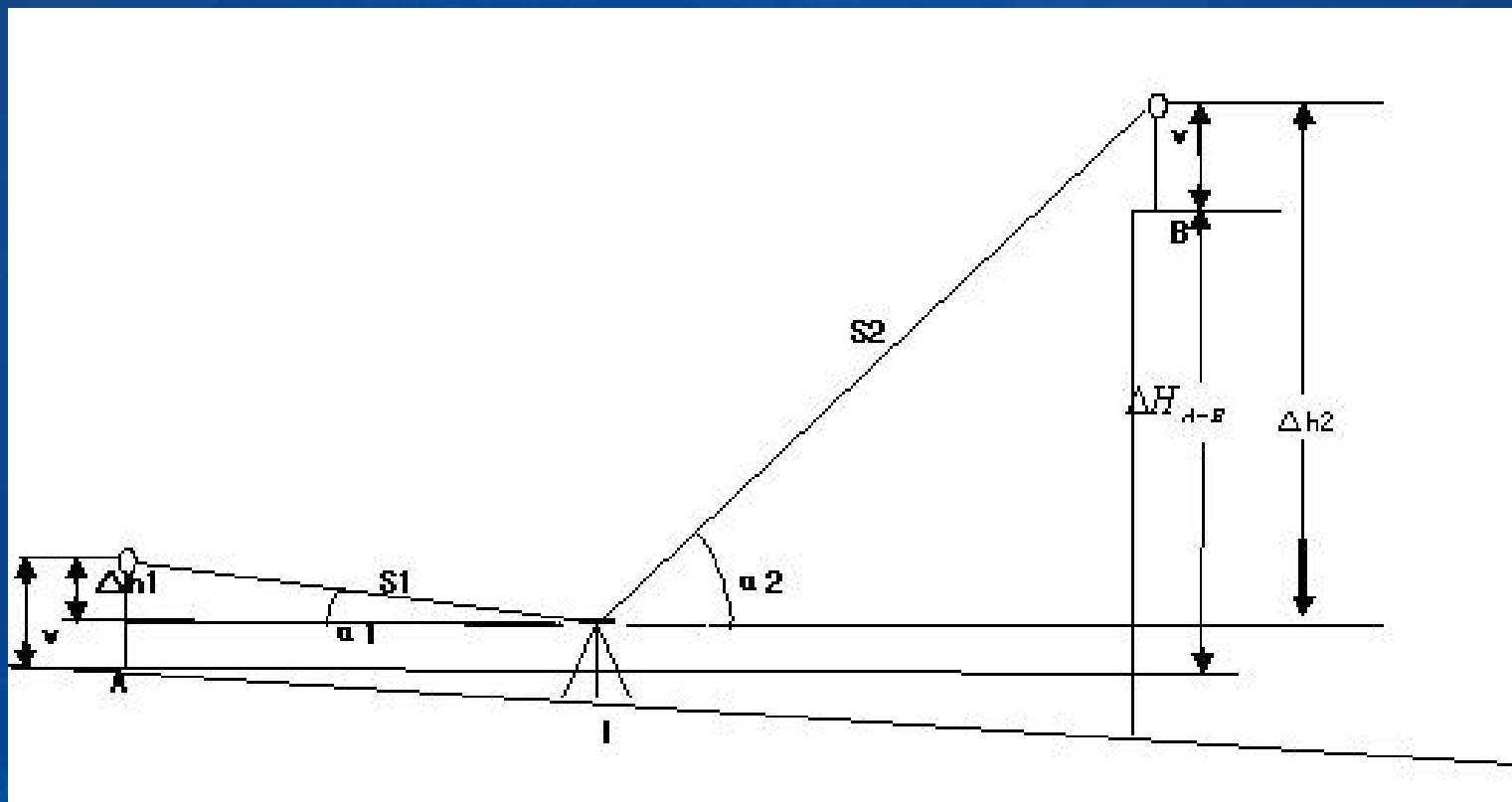
## 7、京津城际CPIII高程测量方法

轨道设标网点间高程测量方法：采用水准仪按照国家二等水准测量要求进行。



## 京津城际CPⅢ高程与已知点联测

桥梁地段：地面点高程采用不量仪器高和棱镜高的三角高程测量方式传递至桥梁上。









## 京津城际CPⅢ高程与已知点联测

其他平坦地段：地面点高程采用水准仪按照二等水准测量方式进行联测。



# 工 程 测 量



铁三院愿与您共建美好家园

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

谢谢您的观看